

# **Marco regulatorio Solvencia II – Pilar cuantitativo aplicado a las condiciones de riesgo de una compañía aseguradora en Colombia**

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de magíster en  
Administración Financiera

Juan Camilo Palacio Orozco<sup>1</sup>

Daniel Betancur Bentancur<sup>2</sup>

Asesor: Daniel Castrillón Botero, M. Sc.

Universidad EAFIT  
Escuela de Economía y Finanzas  
Maestría en Administración Financiera  
Medellín  
2015

---

<sup>1</sup> jpalac38@eafit.edu.co

<sup>2</sup> dbetan19@eafit.edu.co

## Contenido

1.	Introducción.....	6
2.	Marco conceptual .....	6
2.1	Requerimiento de capital por solvencia y definición de los principales riesgos .....	9
2.1.1	Riesgo de prima.....	10
2.1.2	Riesgo de reserva .....	10
2.1.3	Riesgo de longevidad/mortalidad.....	10
2.1.4	Riesgo de catástrofe .....	10
2.1.5	Riesgo operativo.....	11
2.1.6	Riesgo de crédito.....	11
2.1.7	Riesgo de tasa de interés .....	11
2.1.8	Riesgo de acciones .....	11
2.1.9	Riesgo de moneda .....	11
2.1.10	Riesgo inmobiliario .....	12
2.1.11	Riesgo de inflación.....	12
2.1.12	Agregación de los riesgos .....	12
2.2	La teoría del valor extremo .....	12
2.3	Principios del Capital Basado en Riesgo (CBR).....	13
3.	Método de solución .....	14
4.	Presentación y análisis de resultados.....	14
4.1.	Riesgos negocio.....	14
4.1.1	Riesgo de primas .....	15
4.1.2	Riesgo de reservas .....	18
4.1.3	Riesgo de longevidad/mortalidad.....	19
4.1.4	Riesgo catastrófico .....	20
4.1.5	Riesgo operativo.....	21
4.2.	Riesgo de mercado .....	21
4.2.1	Riesgo de acciones .....	23
4.2.2	Riesgo de moneda .....	25
4.2.3	Riesgo de propiedad .....	27
4.2.4	Riesgo de inflación.....	28
4.2.5	Riesgo de crédito .....	29
4.2.6	Riesgo de tasa de interés .....	31
5.	Conclusiones.....	34
	Referencias .....	37

## Lista de figuras

Figura 1. Riesgos CBR.....	10
Figura 2. Histograma - Variación anual IGBC.....	23
Figura 3. Cola de la distribución de la variación del IGBC .....	24
Figura 4. Histograma - Variación anual TRM .....	25
Figura 5. Cola de la distribución de la variación de la TRM .....	26
Figura 6. Percentil 0.5 de la distribución de variación de los desembolsos de bancos .....	27
Figura 7. Histograma – Variación anual inflación .....	28
Figura 8. Cola de la distribución de la variación de la inflación .....	29
Figura 9. Variación anual curvas UVR <i>Up-Down</i> .....	32

## Lista de tablas

Tabla 1. Lista de las soluciones analizadas en la industria aseguradora colombiana.....	16
Tabla 2. Resultados de la desviación promedio del mercado colombiano y comparación con el estándar europeo de Solvencia II.....	17
Tabla 3. Desviación esperada de las reservas en Solvencia II.....	18
Tabla 4. Comparación de las exigencias de capital del riesgo de mortalidad/longevidad ...	19
Tabla 5. Factores de choque según calificación internacional del emisor.....	30
Tabla 6. Factores de choque <i>Up</i> y <i>Down</i> dependiendo del plazo del título .....	32

# **Marco regulatorio Solvencia II – Pilar cuantitativo aplicado a las condiciones de riesgo de una compañía aseguradora en Colombia**

**Juan Camilo Palacio Orozco**

*jpalac38@eafit.edu.co*

**Daniel Betancur Betancur**

*dbetan19@eafit.edu.co*

## ***Resumen***

En el contexto de las compañías aseguradoras, el capital representa la solidez y capacidad de una compañía para responder ante las obligaciones adquiridas con los clientes en escenarios de pérdidas inesperadas. Con la experiencia de las pasadas crisis se ha venido aumentando la exigencia de capital y para estimar este capital, el marco regulatorio europeo propone una metodología basada en riesgos, la cual se conoce como Solvencia II. Sin embargo, en Colombia la metodología exigida en la actualidad no contempla la totalidad de riesgos a los que se encuentra expuesta una compañía en este sector.

El propósito de este trabajo es determinar las bases para el cálculo del capital, basado en riesgo de una compañía aseguradora en Colombia, adaptando las exigencias propuestas por Solvencia II a las condiciones del mercado colombiano. Lo anterior, se realiza cuantificando las principales variables de riesgo relacionadas con el entorno financiero y de negocio de las compañías en Colombia.

## ***Palabras clave***

Administración de Riesgos, Solvencia II, Capital Basado en Riesgo (CBR), Riesgos Técnicos, Riesgos de Mercado, Siniestralidad Incurrida, Tablas de mortalidad.

## ***Abstract***

In the context of insurance companies, the capital represents the strength and ability of a company to respond to its obligations with its customers in scenarios of unexpected losses. With the experience of past crises, it has been increasing the capital requirements. To estimate this capital, the European regulatory framework proposes a risk-based methodology, which is known as Solvency II. In Colombia the current methodology don't include all the risks that an insurance company is exposed.

The purpose of this study is to present the main factor that could be used to estimate a risk-based capital of an insurance company in Colombia adapting the requirements proposed by Solvency II to Colombian market conditions. The methodology proposed relies on methodologies for quantifying the main risks and variables related to the financial and insurance business for companies in Colombia.

## ***Key words***

Risk management, Solvency II, Required capital, Technical Risks, Market Risks, Incurred Claims, Mortality tables.

## **1. Introducción**

Las crisis financieras históricamente han sido las responsables de evaluar la efectividad de los controles de los reguladores y de generar grandes cambios en las regulaciones del mercado financiero, al evidenciar la necesidad de pasar de unas condiciones regulatorias relativamente flexibles a unas condiciones con mayores exigencias. El objetivo principal del endurecimiento de estas regulaciones obedece a la necesidad de garantizar la solidez del sistema financiero y de mantener la cobertura y respuesta hacia los clientes en situaciones de estrés financiero.

Después de la última crisis financiera en el 2008, el mercado bancario sufrió un endurecimiento de sus condiciones de operación al aplicarse el acuerdo de Basilea III, este hito importante en el sector bancario motivó también a que la industria aseguradora europea fortaleciera sus estándares de capital, dando paso a la estructuración de Solvencia II que finalmente entrará en vigor a principios de 2016 en la comunidad europea (Vives, 2010).

Solvencia II define dentro de su marco de acción tres pilares: Pilar I cuantitativo, Pilar II gobierno en riesgos y Pilar III comunicación y transparencia al mercado. En el Pilar I se evalúan diferentes metodologías para estimar el capital que requiere una compañía aseguradora para enfrentar pérdidas inesperadas y garantizar su solvencia, las metodologías y factores aplicados se desarrollan de acuerdo a la experiencia de los resultados ante escenarios de estrés en las condiciones del mercado europeo (Watson Wyatt, 2016).

El objetivo de este trabajo es evaluar tales condiciones de mercado y determinar los ajustes que serían necesario aplicar a los factores de riesgo para cuantificar un capital requerido, basado en riesgos en el entorno de mercado colombiano. Para lograr lo anterior, se realiza una exploración sobre los principales riesgos de negocio y financieros a los cuales se encuentra expuesta una compañía aseguradora en Colombia y se estiman los resultados de las principales variables de influencia sobre estos riesgos.

## **2. Marco conceptual**

La solvencia para compañías aseguradoras en el marco regulatorio colombiano se define por el decreto 2954 de 2010 del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, en este decreto se

definen dos conceptos principales para la medición de la fortaleza financiera y solvencia de una compañía aseguradora en escenarios de pérdidas inesperadas. El primero de estos conceptos es el Patrimonio Técnico (PT), definido como aquella parte del patrimonio contable con características de liquidez que permite responder oportunamente ante pérdidas inesperadas. El segundo concepto es el Patrimonio Adecuado (PA), establecido como un referente del nivel de recursos necesarios para hacer frente a pérdidas extremas anuales, según el perfil de riesgos de la compañía, estos riesgos se encuentran definidos en el mismo decreto y son los siguientes:

**Riesgo de suscripción:** el riesgo de suscripción está asociado al comportamiento de la siniestralidad incurrida de la cartera de negocio de seguros, así como al nivel de eficiencia administrativa y transferencia de riesgo vía reaseguro. Este riesgo debe ser cuantificado tanto a las compañías de seguros generales como a las compañías de seguros de vida.

Para los negocios de vida de largo plazo, se debe estimar el riesgo financiero asociado a la vigencia de este tipo de productos.

**Riesgo de activo:** aplica a las primas por cobrar, a las cuentas por cobrar con reaseguradores del exterior, a las cuentas por cobrar por coaseguro y a todos los activos que respaldan las reservas técnicas netas del activo de transferencia de riesgo por concepto de reaseguro. Su cálculo se lleva a cabo clasificando cada uno de estos activos en una categoría de riesgo establecida en el decreto y multiplicándolo por su respectivo factor ponderador. Cada categoría cuenta con su factor ponderador que va desde el 0% (Activos de máxima liquidez y menor riesgo) hasta el 8,5% (Activos de mayor riesgo). Este riesgo debe ser cuantificado tanto a las compañías de seguros generales como a las compañías de seguros de vida.

**Riesgo de mercado:** para su cálculo se utiliza el método de Valor en Riesgo – VaR para el portafolio de inversiones que respaldan las reservas técnicas de las compañías expuestas a riesgos de propiedad o patrimonio, también conocidas como compañías de seguros generales. Según lo anterior, las compañías de seguros en Colombia deben reportar un cálculo de solvencia mensualmente donde se calcula la razón entre el PT/PA, la cual no debe ser inferior a 1.0x (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Colombia, 2010).

Lo anterior presenta de manera compilada las consideraciones actuales según la regulación colombiana, para la determinación del capital de operación de una compañía en el país, con el fin de hacer frente a pérdidas inesperadas con un nivel de confianza del 99% (equivalente

a 1 año de eventos que pueden generar insolvencia por cada 100 años de exposición al riesgo). Sin embargo, en un contexto más estricto, el marco de Solvencia II en su Pilar cuantitativo exige a las compañías europeas tener un capital suficiente para hacer frente a una situación de riesgo de insolvencia con un nivel de confianza del 99.5%, pero la metodología desarrollada aplica y está diseñada para medir los riesgos en un contexto económico europeo donde las condiciones de mercado y de negocio pueden diferir de las condiciones presentadas en Colombia.

Solvencia II define su marco de acción bajo tres pilares:

**Pilar I: cuantitativo:** en este pilar se contempla la valoración económica de los activos y obligaciones, la determinación del capital disponible y la estimación de un capital basado en riesgo (CBR), que se define como el capital mínimo necesario con el que debe contar una compañía aseguradora, con el objetivo de cumplir las obligaciones durante un año a un nivel de confianza del 99.5% (equivalente a 1 año de eventos que pueden generar insolvencia por cada 200 años de exposición al riesgo). En este pilar se relacionan todos los riesgos cuantificables con un capital disponible, los riesgos principales tenidos en cuenta son los riesgos técnicos, riesgos de mercado, riesgo de crédito y riesgo operativo. En su cuantificación se contemplan los beneficios de la diversificación donde la exigencia de capital agregado es inferior a la suma de capital necesario para cubrir todos los riesgos individualmente (Swiss RE, 2015).

**Pilar II: cualitativo:** enmarca el proceso de revisión por parte del supervisor, buscando unificar los métodos y herramientas de supervisión e identificando los perfiles de riesgo más elevados. Lo anterior implica definir criterios para una sólida gestión de riesgos dentro de las organizaciones, incorporando el control interno y el gobierno corporativo (Watson Wyatt, 2016).

**Pilar III: disciplina de mercado:** garantiza la comunicación relevante hacia el mercado con relación a los temas de solvencia de las compañías.

El esquema de tres pilares fomenta una administración basada en la gestión de riesgos, pues considera la cuantificación, monitoreo y divulgación de éstos. La premisa detrás de esta gestión es que el mercado ofrece incentivos adicionales por una gestión de riesgos adecuada (Mancera, 2009).

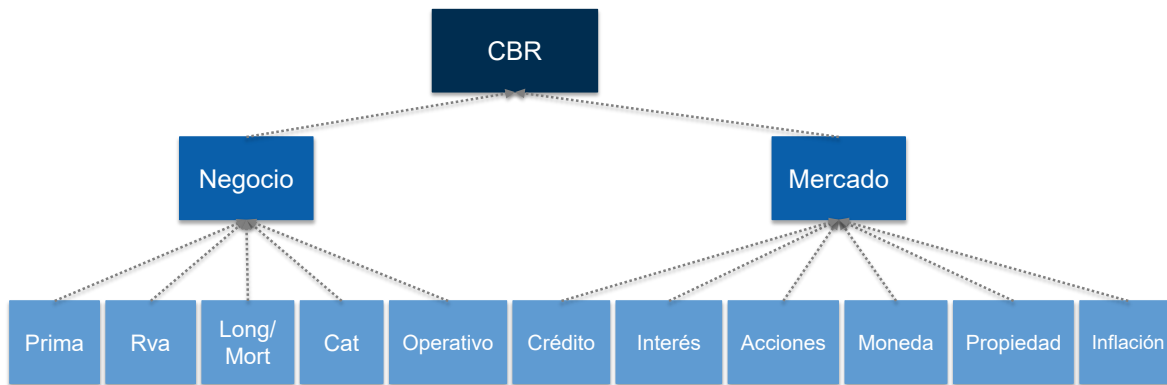


Como se mencionó anteriormente, en el Pilar I, donde se define la metodología para la cuantificación de riesgos, se pretende estimar un CBR. Este requerimiento de capital basado en riesgos, se enmarca en una visión general del sistema regulatorio de la industria de seguros, que siguiendo la tendencia internacional en cuanto a buenas prácticas regulatorias, se enfoca en el establecimiento de requerimientos cuantitativos y cualitativos a las entidades, con base en el análisis de los riesgos a los cuales están expuestas. Adicional a esto, dentro del análisis se evalúan los aspectos centrales de gestión y gobierno interno de estas entidades que les permiten mitigar dichos riesgos.

## **2.1 Requerimiento de capital por solvencia y definición de los principales riesgos**

La metodología de estimación del capital en riesgo por solvencia, considera el análisis de escenarios de estrés o situaciones de pérdidas inesperadas a las que se puede enfrentar una compañía, por la materialización de los principales riesgos a los cuales está expuesta. La estimación de los factores que representan el escenario de pérdidas inesperadas, se estiman empleando la teoría del valor extremo donde se estudian los valores observados en la cola de la distribución de pérdidas para cada riesgo. En el modelo de CBR, se contemplan dos tipos de riesgos principales: riesgos de negocio y riesgos de mercado. Dentro de los riesgos de negocio se encuentran a su vez el riesgo de prima, el riesgo de reserva, el riesgo de mortalidad/longevidad, el riesgo operativo y el riesgo de catástrofe, y dentro de los riesgos de mercado se encuentran el riesgo de crédito, el riesgo de tasa de interés, riesgo de tasa de cambio, riesgo inmobiliario, riesgo de inflación y riesgo de acciones. A continuación se presenta el diagrama de los principales riesgos:

**Figura 1. Riesgos CBR**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

### **2.1.1 Riesgo de Prima**

Es el riesgo que surge al contemplar que los gastos totales (administrativos y técnicos) más las obligaciones con los clientes (sinistros), sean superiores a las primas netas recibidas de los clientes (Towers Watson, 2015).

### **2.1.2 Riesgo de Reserva**

Este riesgo se deriva de dos fuentes: que el nivel de la reserva esté subestimada y que la naturaleza estocástica de los pagos futuros se desvíe del mejor estimado actual (González & Albarrán, 2007).

### **2.1.3 Riesgo de longevidad/mortalidad**

Riesgo propio de la actividad aseguradora, se genera por desviaciones en las estimaciones de longevidad y/o mortalidad empleadas en la tarificación de los productos de vida. La materialización de este riesgo se traduce en una insuficiencia de la reserva matemática (Rodríguez, Albarrán & Ariza, 2014).

### **2.1.4 Riesgo de catástrofe**

Este riesgo se deriva de eventos extremos que no se encuentran capturados por los riesgos de reserva ni de primas. Dentro de este riesgo se clasifican los desastres naturales de alta

severidad y eventos de riesgo con múltiples asegurados afectados (Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisor, 2008).

#### **2.1.5 Riesgo operativo**

Es el riesgo que resulta de fallas internas en los procesos, fallas con las personas, sistemas o eventos externos (Superintendencia de Seguros y Valores de Chile, 2015).

#### **2.1.6 Riesgo de crédito**

El riesgo de crédito corresponde al riesgo existente en el incumplimiento de obligaciones por una contraparte. Este riesgo refleja las posibles pérdidas por incumplimiento o deterioro de la calidad crediticia de los deudores de la compañía (Carrera, 2012).

#### **2.1.7 Riesgo de tasa de interés**

Este riesgo refleja el descalce que existe entre los flujos de los activos que se administran y el comportamiento de los flujos de pago de las reservas (obligaciones) (Cuesta, 2011).

#### **2.1.8 Riesgo de acciones**

Este riesgo se deriva de la volatilidad en los precios de estos activos. En este riesgo se considera un escenario de pérdidas potenciales por la caída en los precios en el mercado de renta variable (UNESPA. Asociación Empresarial del Seguro, 2015).

#### **2.1.9 Riesgo de moneda**

El riesgo de tasa de cambio, se relaciona con la exposición que se tiene a la volatilidad de las monedas en los activos y pasivos de la compañía. En este riesgo se considera un escenario de pérdidas potenciales por la variación en las monedas, teniendo en cuenta a su vez las coberturas cambiarias de la compañía (Durán Santomil, Otero González, Vivel Bua & Fernández López, 2012).

### **2.1.10 Riesgo inmobiliario**

El requerimiento de capital por inversiones en activos inmobiliarios se deriva de la exposición que tiene la compañía por la volatilidad en los precios de estos activos (UNESPA. Asociación Empresarial del Seguro, 2015).

### **2.1.11 Riesgo de inflación**

Este riesgo se deriva de las posibles pérdidas a las que se debe enfrentar una compañía aseguradora por un escenario de estrés sobre las fluctuaciones esperadas en la inflación. El riesgo contempla la posición pasiva y activa de la compañía (Superintendencia de Seguros y Valores de Chile, 2015).

### **2.1.12 Agregación de los riesgos**

El CBR total para una compañía se determina agregando los requerimientos de capital de los distintos tipos de riesgos. La forma de agregar los riesgos implica una definición respecto al tratamiento que se le da a la correlación que existe entre los diferentes riesgos.

En el modelo de Solvencia II se reconoce explícitamente la correlación existente entre riesgos en momentos de estrés, por lo tanto el CBR total es el resultado de la combinación de los diferentes riesgos y sus correlaciones en el extremo de la distribución de pérdidas. Si se asume que la correlación entre riesgos es inferior a uno, esto significa que los riesgos tienen cierto grado de independencia y por lo tanto no ocurren todos al mismo tiempo, existen beneficios por diversificación que en definitiva reducen las potenciales pérdidas que puede sufrir una aseguradora por su exposición a los riesgos. Bajo este supuesto, resulta por lo tanto teóricamente y técnicamente correcto considerar beneficios por diversificación en la fórmula de capital que define el CBR como agregación de los riesgos de mercado y de negocio, que a su vez agregan en correlación los riesgos que lo conforman.

## **2.2 La teoría del valor extremo**

La aplicación de la teoría del valor extremo permite analizar el comportamiento inusual de una variable aleatoria por fuera de su normalidad. Este análisis generalmente puede ser abordado desde dos aproximaciones prácticas. La primera se conoce como “Peaks Over

Threshold” que consiste en la extracción de los valores picos que superan un umbral definido en un periodo de tiempo de un registro continuo de datos, para posteriormente ser analizados por separado. La segunda aproximación consiste en la extracción de los valores mínimos o máximos, según el caso analizado, ajustándolos a una distribución de valor extremo generalizada (García Pérez, 2004).

En el desarrollo de este trabajo, los análisis realizados con el objetivo de cuantificar los escenarios extremos se realizaron bajo el último acercamiento mencionado. El objetivo de esta metodología es modelar estos escenarios no bajo la “ley de los grandes números”, sino bajo la “ley de los pequeños números”.

### **2.3 Principios del Capital Basado en Riesgo (CBR)**

**Capacidad de absorber pérdidas:** el objetivo del requerimiento de capital basado en riesgos es que la aseguradora se encuentre en capacidad de absorber pérdidas significativas ante escenarios adversos, y evitar que dichas pérdidas impidan a la Compañía cumplir con sus obligaciones con los asegurados. El nivel de capital requerido debe ser entonces suficiente para disminuir sustancialmente la probabilidad de que una situación de insolvencia termine afectando los intereses de los clientes (Superintendencia de Seguros y Valores de Chile, 2015).

**Enfoque en los principales riesgos:** la fórmula estándar de cálculo de CBR que se emplea, tiene como objetivo recoger los principales riesgos a los cuales la compañía está expuesta. No es posible considerar en esta fórmula todos los riesgos que puedan afectar a la Compañía (Superintendencia de Seguros y Valores de Chile, 2015).

**Simplicidad y fortaleza técnica:** la aproximación por riesgo que se realiza en la fórmula estándar es simplificada, y busca encontrar un balance entre un modelo suficientemente robusto técnicamente y una regla de capital fácil de entender y de aplicar (Superintendencia de Seguros y Valores de Chile, 2015).

**Beneficios por diversificación:** el uso de operaciones de cobertura de riesgos y los beneficios por diversificación asociados a la correlación entre riesgos son elementos que se considera al aplicar la metodología CBR. Esto permite por un lado reflejar en forma más apropiada el nivel de exposición a los riesgos que tiene la Compañía y, por otro lado,

evidenciar los beneficios de una adecuada gestión de los riesgos (Superintendencia de Seguros y Valores de Chile, 2015).

### **3. Método de solución**

- Revisión del marco regulatorio de Solvencia II para contextualización respecto a las condiciones a partir de las cuales se configuran los escenarios de estrés dentro de este marco europeo.
- Recopilación de la información financiera y de negocio en fuentes como la Superintendencia Financiera de Colombia, la BVC y proveedores de precios del mercado financiero.
- Aplicación de técnicas del valor extremo para encontrar los valores en condiciones inesperadas a los que se encuentran expuestas las compañías aseguradoras colombianas.
- Comparación de los factores de estimación del capital requerido para respaldar los riesgos de una aseguradora en Colombia, aplicando la metodología regulatoria, el marco regulatorio europeo y el encontrado en el análisis que se desarrollará.

### **4. Presentación y análisis de resultados**

De acuerdo con lo desarrollado en el marco conceptual, los riesgos que bajo el contexto de las condiciones intrínsecas a la industria aseguradora colombiana, pretendemos analizar los que se detallan en la Fuente: Elaboración propia, 2016.

.

La información que se presenta a continuación corresponde al resultado de los modelos a través de los cuales se estiman los factores de cálculo del capital requerido para una compañía aseguradora en Colombia y se presenta también su comparación con lo sugerido por el estándar de Solvencia II y la normatividad colombiana en los riesgos donde aplique.

#### **4.1. Riesgos negocio**

A continuación se detallan las metodologías y resultados obtenidos alrededor de los riesgos de primas, reservas, longevidad/mortalidad, catastrófico y operativo.

#### 4.1.1 Riesgo de primas

El objetivo de la cuantificación de este riesgo radica en la necesidad de estimar la máxima pérdida posible, que podría enfrentar una compañía aseguradora si sus gastos son superiores a sus ingresos. Para esto se construye el indicador de razón combinada, donde se incluye como gastos, los pagos asociados a los siniestros, los pagos asociados con las comisiones a asesores y demás gastos técnicos y administrativos, en los que debe incurrir una compañía aseguradora para su operación; y como ingreso, lo correspondiente a las primas retenidas devengadas de una compañía. De acuerdo con lo anterior se configura el siguiente indicador:

##### Ecuación 1

$$RC = \frac{SIR + GTN + GA}{PRD}$$

*RC*: Razón Combinada

*SIR*: Siniestralidad Incurrida Retenida

*GTN*: Gastos Técnicos Netos

*GA*: Gastos Administrativos

*PRD*: Prima Retenida Devengada

El cálculo del riesgo de prima está asociado a la volatilidad de la razón combinada para cada una de las líneas de negocio. En este sentido, para estimar esta desviación se toma como referencia la información histórica de los formatos 290 de la Superintendencia Financiera de Colombia, para la industria aseguradora de los últimos 13 años, los cuales presentan la información por solución y para cada una de las compañías que se encuentran dentro del mercado. Las ecuaciones utilizadas en la estimación de la desviación esperada de la razón combinada para una compañía del sector asegurador en Colombia son:

## Ecuación 2

$$\mu_{Lob} = \frac{\sum_y PRD_{Lob,y} * RC_{Lob,y}}{\sum_y PRD_{Lob,y}}$$

$\mu_{Lob}$ : Es la razón combinada promedio por línea de negocio

$PRD$ : Prima Retenida Devengada

$RC$ : Razón Combinada

$Lob$ : Línea de negocio

$y$ : Año

## Ecuación 3

$$\sigma_{RC,Lob} = \sqrt{\frac{\sum_y P_{Lob,y} * (CR_{Lob,y} - \mu_{Lob})}{(J_{Lob} - 1) * PRD_{Lob}}}$$

$\sigma_{RC,Lob}$ : Es la desviación esperada de la razón combinada por línea de negocio

$J_{Lob}$ : Número de años de información histórica disponible.

Después de aplicar las ecuaciones anteriores, las desviaciones de la razón combinada obtenidas para calcular el riesgo de prima son:

**Tabla 1.** Lista de las soluciones analizadas en la industria aseguradora colombiana

SEGUROS GENERALES	
# Ramo	Nombre Ramo
1	Accidentes y Enfermedad
2	Responsabilidad Civil en Autos
3	Otros Ramos de Autos
4	Marítimo, Aéreo y Transporte
5	Incendio y Daños a Propiedades
6	Responsabilidad Civil en general
7	Crédito y Caucción
8	Varios de No Vida

Fuente: Elaboración propia, 2016.

SEGUROS DE VIDA	
# Ramo	Nombre Ramo
1	Vida Individual
2	Vida Grupo
3	Salud
4	Previsional
5	Otros Vida Tradicional



**Tabla 2.** Resultados de la desviación promedio del mercado colombiano y comparación con el estándar europeo de Solvencia II

Línea de negocio – Generales		1	2	3	4	5	6	7	8
Factor de volatilidad	Solvencia II	5.00%	12.50%	7.50%	15.00%	10.00%	25.00%	10.00%	15.00%
	Metodología Aplicada	4.19%	4.01%	3.18%	6.98%	6.76%	3.16%	24.68%	6.20%

Línea de negocio – Vida		1	2	3	4	5
Factor de volatilidad	Metodología Aplicada	4.47%	2.46%	3.11%	6.82%	5.91%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Al aplicar los anteriores factores de volatilidad sobre la prima retenida devengada, se obtiene el impacto en volatilidad por solución, que al ser agregado de manera correlacionada con la respectiva matriz de correlación de los riesgos, permite encontrar el factor de volatilidad ponderado de la compañía completa. Esta forma de agregación correlacionada, muestra los beneficios por diversificación de soluciones dentro de una compañía. Es necesario precisar que el factor de volatilidad ponderado obtenido, corresponde a un factor de volatilidad esperado por la compañía, por lo que se hace necesario encontrar el valor de volatilidad ponderado equivalente en un escenario extremo. Para esto, se aplica la siguiente distribución de probabilidad acumulada asumiendo normalidad en las desviaciones de las razones combinadas.

#### Ecuación 4

$$\rho(x) = \frac{0.995 - \varphi(N_{0.995} - \sqrt{\log(x^2 + 1)})}{0.005}$$

$\varphi$ : Distribución normal estándar acumulada.

$N_{0.995}$ : Percentil 99.5% de la distribución normal estándar.

$x^2$ : Factor de volatilidad ponderado compañía.

En el caso específico de la regulación colombiana, se debe aplicar para cualquiera de los ramos a analizar un porcentaje definido en el decreto 2954 del 2010 (18% para un nivel de

primas de 41,000,000 UVR y del 16% para las primas vendidas por la compañía colombiana superiores a los 41,000,000 UVR) sobre el nivel de primas suscritas por la compañía, multiplicadas por el factor de retención, el cual no puede ser inferior al 50%. Si se compara con el indicador del resultado final del requerimiento de Solvencia II, por este riesgo sobre las primas emitidas para una compañía colombiana, estaría arrojando resultados entre el 14% y el 16% de exigencia, que se encuentran muy alineados con lo exigido regulatoriamente en Colombia.

#### 4.1.2 Riesgo de reservas

Las reservas en una compañía aseguradora representan las obligaciones que ésta tiene con sus clientes y se registra en el balance con el supuesto de que son el mejor estimado de la obligación, es decir, dado que los compromisos no se conocen con un 100% de certeza, éstas deben ser estimadas bajo técnicas actuariales que procuren que en todo momento la compañía tenga los recursos para hacer frente a sus obligaciones. El riesgo de reserva radica entonces en que el estimado de las obligaciones se encuentre subestimado, es decir, no sea suficiente.

Actualmente en el mercado colombiano no se ha realizado ni se cuenta con la información de gremio para estimar la desviación histórica que se ha presentado entre los saldos estimados de reserva y los valores efectivamente pagados, por tal motivo, no es posible contar con un estimado de desviación esperada y, por consiguiente, tampoco es posible determinar la desviación inesperada de las reservas. A pesar de lo anterior, con el objetivo de tener presentes los niveles de capital requeridos para cada uno de los principales riesgos considerados, se presentan a continuación los factores de desviación de reserva esperados encontrados por Solvencia II en su estudio del mercado asegurador europeo.

**Tabla 3.** Desviación esperada de las reservas en Solvencia II

Línea de negocio – Generales		1	2	3	4	5	6	7	8
Factor de volatilidad	Solvencia II	15.%	15%	7.5%	15%	10%	20%	10%	20%

Fuente: (Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisor, 2008).

Para la determinación del capital requerido por el riesgo de reservas es necesario encontrar el valor de la desviación ponderada en un escenario extremo, aplicando la misma metodología presentada en la estimación de capital para el riesgo de primas.

#### 4.1.3 Riesgo de longevidad/mortalidad

Dado que la longevidad/mortalidad es un fenómeno cambiante en el tiempo, es de vital importancia medir la evolución que éste presenta de forma sistemática con el objetivo de gestionar el riesgo para considerar el impacto en las pensiones (longevidad) y en los seguros de vida (mortalidad).

La metodología para estimar el factor de mejoramiento posible en un año, a un nivel de confianza del 99.5%, se realizó a partir de las variaciones en las " $q_x$ " observadas entre las tablas de mortalidad colombianas TCMR ISS 1980-1989 y TCMR RV 05-08. Para esto, se calculó la media y desviación estándar de las mejoras en la longevidad/mortalidad unisex entre los años 1980 y 2008 en Colombia, asumiendo que las mejoras en la tasas de mortalidad seguían una distribución normal<sup>3</sup>  $N(3.66\%, 1.49\%)$ ; con lo anterior se realizó una simulación Montecarlo y se determinó el porcentaje de mejora en la longevidad/mortalidad de la población colombiana al percentil 99.5, obteniendo el resultado que se presenta en la siguiente tabla, donde también es comparado con la mejora esperada para los países europeos regidos bajo Solvencia II.

**Tabla 4.** Comparación de las exigencias de capital del riesgo de mortalidad/longevidad

Solvencia II	Metodología Aplicada
20% $q_x$	7.42% $q_x$

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La metodología para cuantificar el riesgo de longevidad/mortalidad se resume de la siguiente manera:

<sup>3</sup> Supuesto verificado por CEIOPS y en el Towers Perrin paper.

### **Ecuación 5:**

$$R_{Longevidad/Mortalidad}: Rva\ Matemática(Q_x) - Rva\ Matemática(Q_x * Factor)$$

#### **4.1.4 Riesgo catastrófico**

La cuantificación de este riesgo no se rige bajo factores definidos específicamente, más bien, se presenta una metodologías filosófica sobre cómo se aborda este riesgo. Es importante aclarar que el supuesto principal de la metodología que a continuación se presenta asume que la cobertura de reaseguro del contrato catastrófico es suficiente.

Con lo anterior en mente, se tiene entonces que el riesgo catastrófico debe contemplar en el capital lo siguiente:

### **Ecuación 6**

$$R_{Catastrófico} = Prioridad + Reinstalamento + R_{crédito} R/A$$

*Prioridad*: Es el valor del riesgo retenido estipulado en el contrato de reaseguro catastrófico.

*Reinstalamento*: Corresponde al costo de reinstalamento del contrato catastrófico, toda vez que de recurrir a él por un evento de pérdida catastrófica, inmediatamente es necesario reactivar su cobertura.

*R<sub>crédito</sub> R/A*: Corresponde al capital que se requiere en función de la calidad crediticia de los reaseguradores, con quienes se tiene la cobertura catastrófica. El detalle de la metodología de cuantificación de riesgo de crédito de reaseguradores es consecuente con la metodología de riesgo de crédito presentada más adelante.

De acuerdo con esto, no se presentan diferencias entre la metodología que se propone en este trabajo y la propuesta por el estándar europeo de Solvencia II.

#### 4.1.5 Riesgo operativo

Tal y como se mencionó en el aparte de la definición de los principales riesgos, este riesgo es uno en los que menos desarrollo metodológico se tiene en cuanto a su cuantificación, lo anterior debido a la dificultad en el seguimiento de la materialización de este riesgo.

Conceptualmente, este riesgo se cuantifica entonces según la exposición que tiene la compañía en función de las primas recibidas y de las reservas administradas de la siguiente manera:

#### Ecuación 7

$$R_{operativo} = \max \left\{ \begin{array}{l} 2\% \times \text{Primas Emitidas} \\ 0.3\% \times \text{Reservas Retenidas} \end{array} \right\}$$

Para hacer un estudio cuantitativo importante de este riesgo, las organizaciones deberán iniciar entonces un proceso de reporte de materialización de eventos operativos, que permitan hacer estimaciones de distribución de pérdidas y así poder obtener el valor asociado a este riesgo con un nivel de confianza del 99.5%. Para este riesgo tampoco se propone una metodología diferente a la planteada por el estándar europeo de Solvencia II, debido a lo incipiente que es la conciencia de reporte de este riesgo dentro del mercado asegurador colombiano.

#### 4.2. Riesgo de mercado

Este macro-riesgo contempla los riesgos asociados con riesgos de crédito, interés, acciones, moneda, propiedad e inflación, cuyas metodologías y resultados para cuantificar el riesgo en el contexto colombiano, se detallan a continuación.

La metodología utilizada para cuantificar los riesgos de acciones, moneda, propiedad e inflación se basa en la extracción de una base histórica de una variable que represente el comportamiento del riesgo y trayectoria de estas variables en el contexto colombiano y luego se aplica la metodología del valor extremo para calcular los eventos catastróficos en el percentil 99.5, que pueden llegar a materializarse y para los cuales una compañía colombiana debe tener los recursos suficientes con el fin de salvaguardar las obligaciones que tiene con sus clientes. De acuerdo con esto, las variables definidas para estos riesgos son:

- **Riesgo de acciones:** la variable que se eligió para hacer esta modelación fue el IGBC (Índice General de la Bolsa de Valores) que es utilizado como indicador en Colombia para medir la evolución del mercado accionario. Este indicador refleja las variaciones de las 20 acciones más líquidas del mercado colombiano y se utilizó este indicador en vez del COLCAP, el cual lo había reemplazado a partir del 1 de noviembre de 2013, debido a que el IGBC recoge una historia desde el 3 de marzo de 2001, lo cual es bastante importante para la modelación, ya que Solvencia II busca calcular cuánto es el capital requerido para soportar un evento catastrófico cada 200 años, entonces para el cálculo la base de información histórica cobra real relevancia en estos análisis. Los datos utilizados del IGBC tienen una periodicidad diaria que fue extraída de Bloomberg.
- **Riesgo de moneda:** para esta modelación se trabajó la información histórica de la tasa de cambio USD:COP desde el 1 de enero del 2000 al 31 de diciembre del 2015. Los datos utilizados tienen una periodicidad diaria que fue extraída de Bloomberg.
- **Riesgo de propiedad:** para calcular el percentil 99.5 de la distribución, se utilizó como variable de referencia para este riesgo el comportamiento anual de los desembolsos de créditos de los bancos asociados al sector inmobiliario, tanto para vivienda nueva como para vivienda usada, debido a que en Colombia no existe una fuente de información de precios de vivienda con la suficiente historia para soportar la modelación de este riesgo. La fuente de información de la cartera hipotecaria desde diciembre de 1998 a diciembre de 2015 fue Asobancaria.
- **Riesgo de inflación:** con referencia a este riesgo se utilizó la información histórica que el Banco de la República tiene publicada en su página web. Se trabajó con datos de periodicidad mensual con historia desde enero del 2001 hasta diciembre del 2015. Para este riesgo en específico, se cuenta con más historia que la utilizada para la modelación, pero es importante aclarar que en Colombia a partir del año 2001, se definió como política monetaria el esquema de Inflación Objetivo, cuyo propósito es mantener una tasa de inflación baja y estable, y alcanzar un crecimiento acorde con la capacidad potencial de la economía. De acuerdo con esto, a partir del año 2001 la junta directiva del Banco de la República tiene el objetivo de mantener una inflación alrededor de su meta de largo plazo

del 3%, con un margen de desviación de +/- 1% (Banco de la República de Colombia, 2016).

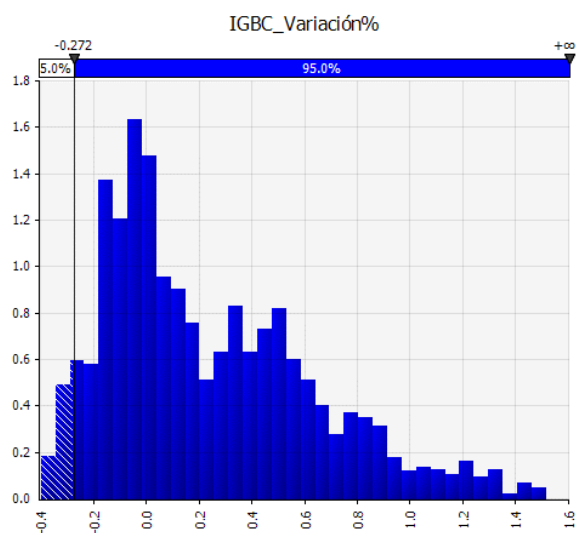
Una vez se definieron las variables que describen los riesgos a modelar por las razones anteriormente expuestas, se calculó la variación anual que haya tenido la variable, independiente de si la periodicidad de los datos obtenidos de las fuentes de información sean diarios, mensuales o anuales. Una vez se tiene este histórico de cambios anuales de todas las variables, se construye para cada una de éstas un histograma de frecuencia, que define los eventos inesperados y que pueden implicar efectos negativos en una compañía aseguradora en Colombia, en el contexto intrínseco de cada variable.

A continuación se detallan los resultados para cada riesgo:

#### 4.2.1. Riesgo de acciones

Para la variable IGBC se detalla a continuación el histograma de variación anual. En la Figura 2 se detalla que para el análisis del valor extremo sobre el histograma de variación, nos ubicamos en el percentil 5, con el fin de recoger los datos de cambio en el IGBC más adversos que pueden afectar el portafolio de la renta variable de una compañía aseguradora colombiana, que invierta sus reservas en este tipo de Activos.

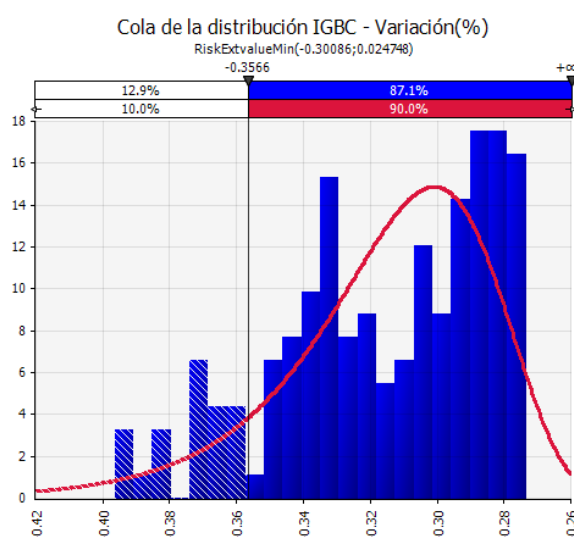
**Figura 2.** Histograma - Variación anual IGBC



Fuente: Elaboración propia, 2016.

De acuerdo con el histograma anterior, se recogen los datos que tengan una variación anual menor al -27.2%, es decir, percentil 5, y se ajusta en el software @Risk a una distribución ExtvalueMin con los parámetros que se pueden observar en la Figura 3. Luego de tener ajustada la distribución determinamos el percentil 10, que sería análogo a ubicarse en el percentil 0.5 del histograma original de variaciones del IGBC.

**Figura 3.** Cola de la distribución de la variación del IGBC



Fuente: Elaboración propia, 2016.

El percentil 10 de la cola de la distribución de la variación del IGBC corresponde a estar ubicados en el percentil 99.5 del histograma de variaciones negativas del IGBC o en el percentil 0.5 del histograma de variaciones positivas del IGBC, que es el que se muestra en la Figura 2. Según esto, de acuerdo con el gráfico anterior, implicaría que una compañía en Colombia para cubrir un evento cada 200 años debe tener un capital de respaldo para soportar una caída anual de -35.66% en el índice general de la bolsa de valores.

Para mostrar esto más en detalle, este Riesgo de Acciones se debe calcular de la siguiente manera:



## Ecuación 8

$$R_{Acciones}: 35.66\% * VM$$

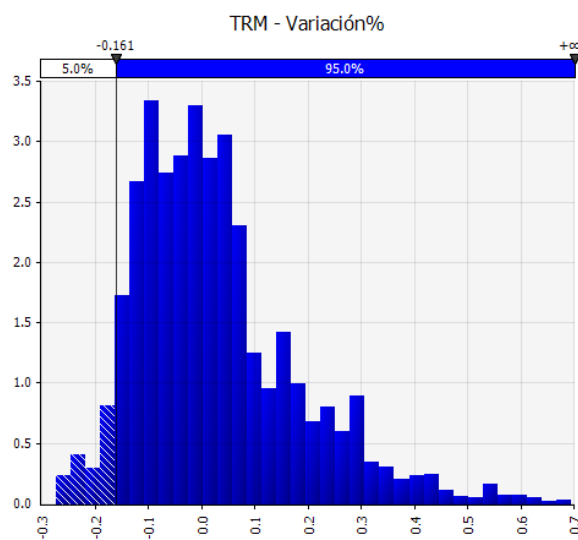
*VM*: Valor a Mercado del portafolio de inversiones de la compañía colombiana.

En el contexto de Solvencia II bajo el marco europeo, el nivel de exigencia para este riesgo es del 30%.

### 4.2.2. Riesgo de moneda

Para la variable de tasa de cambio USD:COP se detalla a continuación el histograma de variación anual. En la siguiente Figura 4 se puede identificar los datos correspondientes al percentil 5, datos inferiores a una variación anual de -16.1%, que definen los datos históricos de mayor variación anual negativa que ha llegado a tener la tasa de cambio del peso colombiano, desde el 1 de enero del año 2001 hasta diciembre de 2015.

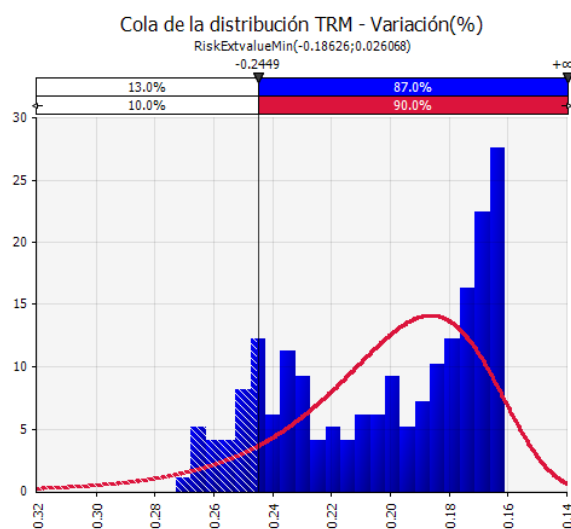
**Figura 4.** Histograma - Variación anual TRM



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Con los datos asociados al percentil 5 del anterior histograma, analizamos su comportamiento y ajustamos una función de valor extremo mínimo tal y como se hizo para el riesgo de acciones. El resultado que arroja este análisis se muestra en la Figura 5.

**Figura 5.** Cola de la distribución de la variación de la TRM



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se puede observar en la Figura 5, el percentil 10 de esta distribución de variaciones negativas que es equivalente al percentil 0.5 del histograma de las variaciones anuales positivas de la TRM, es de -24.49% de caída de la tasa de cambio de un año en comparación con el anterior. Según esto, una compañía aseguradora en Colombia deberá guardar un capital equivalente a una caída de -24.49% en la tasa de cambio para cubrir el riesgo asociado a un evento cada 200 años para esta variable en específico.

A continuación detallamos la ecuación que define el cálculo de este riesgo:

### Ecuación 9

$$R_{Tasa\ de\ Cambio}: 24.49\% * \Delta NAV$$

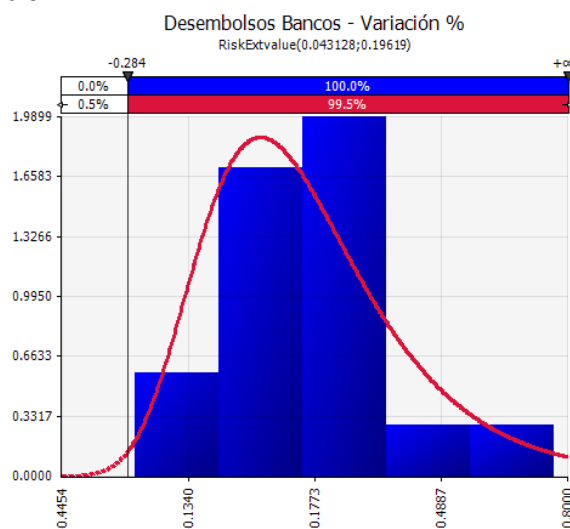
$\Delta NAV$  Activos - Pasivos expuestos a la tasa de cambio.

En el contexto de Solvencia II bajo el marco europeo el nivel de exigencia para este riesgo es del 25%.

### 4.2.3. Riesgo de propiedad

Para este riesgo, en lo que respecta a la variable explicativa, utilizamos una información histórica con pocos datos de referencia y ajustamos directamente a una distribución de valor extremo, para recoger eventos inesperados que no han ocurrido pero que contemplaría el 99.5% de las variaciones negativas de los precios asociados al sector inmobiliario.

**Figura 6.** Percentil 0.5 de la distribución de variación de los desembolsos de bancos



Fuente: Elaboración propia, 2016.

De acuerdo con la Figura 6, el nivel patrimonial para cubrir el riesgo de propiedad se define en la siguiente fórmula:

#### Ecuación 10

$$R_{Propiedad}: 28.45\% * AIM$$

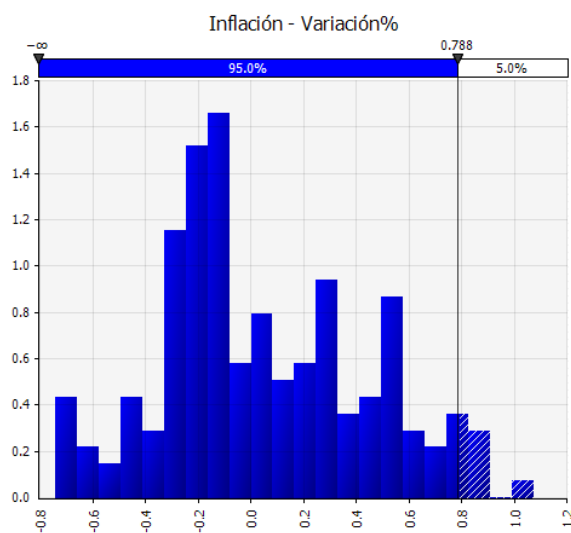
*AIM* Activos Inmobiliarios a valor de Mercado

En el contexto de Solvencia II bajo el marco europeo el nivel de exigencia para este riesgo es del 25%.

#### 4.2.4. Riesgo de inflación

Este riesgo a pesar de que está controlado en gran medida por el Banco de la República, es bastante lógico que el comportamiento de la inflación obedece a otras variables que hacen que el control del Banco de la República en ocasiones no sea suficiente, como se pudo evidenciar al cierre de 2015, cuando la inflación cerró en 6.77% lejos del 3% objetivo de la política monetaria. En este sentido y en el contexto asegurador colombiano, es importante resaltar que existen productos como las rentas vitalicias o algunas pensiones voluntarias que están atadas a la inflación, por lo que a pesar de que Solvencia II no contemple a éste como uno de los riesgos que exigen capital, dentro del análisis de este trabajo se considera pertinente incluirlo por el impacto que genera en el pasivo de cualquier entidad aseguradora que maneje los productos ya descritos anteriormente. Su cálculo es idéntico metodológicamente al cálculo del Riesgo de Acciones y del Riesgo de Moneda, por lo que a continuación se mostrarán principalmente los resultados.

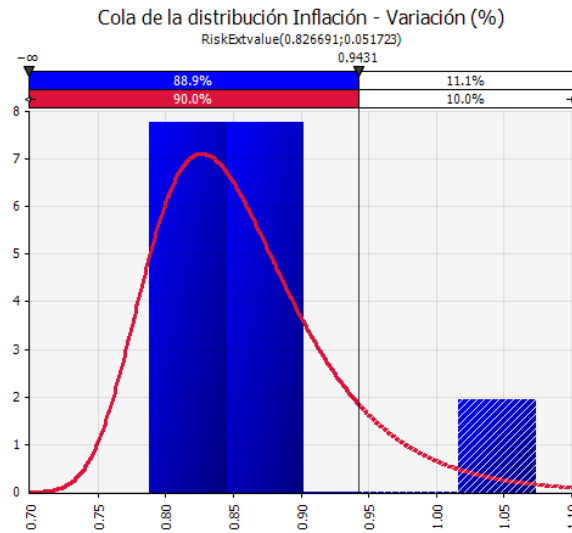
**Figura 7. Histograma – Variación anual inflación**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Para este riesgo el efecto adverso se da cuando el cambio de la inflación es positivo y no cuando es negativo, como para los riesgos anteriormente descritos. De acuerdo con esto, tomamos los datos superiores al percentil 95 para ajustar una distribución de Valor Extremo, tal y como se muestra en la siguiente Figura 8.

**Figura 8.** Cola de la distribución de la variación de la inflación



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Analizando la cola derecha de la distribución de los datos seleccionados, el cambio de la inflación asociado al percentil 99.5 de la Figura 7 o su equivalente percentil 90 en la Figura 8 es de 94.31%. Siendo así, la fórmula que define este riesgo sería como se muestra a continuación:

#### Ecuación 11

$$R_{Inflación}: 94.31\% * PEI$$

*PEI* Pasivo Expuesto a la Inflación

#### 4.2.5. Riesgo de crédito

Dado que no todas las inversiones del portafolio y demás activos están catalogados como libres de riesgo (bonos soberanos en moneda local) existe una probabilidad de *default* en el futuro. La metodología de cálculo de este riesgo se realiza título a título y contempla 3 variables para la estimación del capital requerido y se presenta de la siguiente forma:

## Ecuación 12

$$Riesgo_{Crédito} = Duración * VM * Grisk$$

*Duración*: Duración del título. Esta duración resume el periodo de exposición a riesgo que se tiene por la inversión.

*VM*: Valor de mercado del título

*Grisk*: Tasa de riesgo externa

Si bien las compañías aseguradoras en Colombia tienen limitantes para inversión en títulos del exterior, este tipo de inversiones no se encuentra completamente restringidas, por lo tanto, metodológicamente es correcto emplear como tasa de riesgo externa las tasas entregadas por las agencias calificadoras de riesgo, entendiendo de antemano que la tasa a aplicar debe ser la tasa correspondiente a *defaults* en escenarios extremos y no *defaults* esperados. Con lo anterior se concluye entonces, que los valores de castigo a las inversiones por riesgo de crédito propuestas por solvencia II, no deben variar frente a los esperados en el mercado colombiano.

Los choques “Grisk” que se aplican según la calificación internacional del emisor son los siguientes:

**Tabla 5.** Factores de choque según calificación internacional del emisor

Rating	G risk
AAA	0.008%
AA	0.056%
A	0.660%
BBB	1.312%
BB	2.032%
B	4.446%
CCC	6.950%
No	1.600%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Dado que los factores de choque se encuentran según calificaciones internacionales de los emisores, para aquellos que no cuenten con esta calificación, se hace necesario realizar una traducción de calificación nacional del título a una calificación internacional equivalente.

Para las exposiciones de riesgo de crédito por obligaciones pendientes de reaseguradores, se aplica el mismo factor Grisk según la calificación de éste. La duración dentro de la fórmula de capital requerido por riesgo de crédito debe ser de acuerdo a la duración de la exposición que se tenga con el reasegurador, según la fecha de expiración del contrato de reaseguro.

#### **4.2.6. Riesgo de tasa de interés**

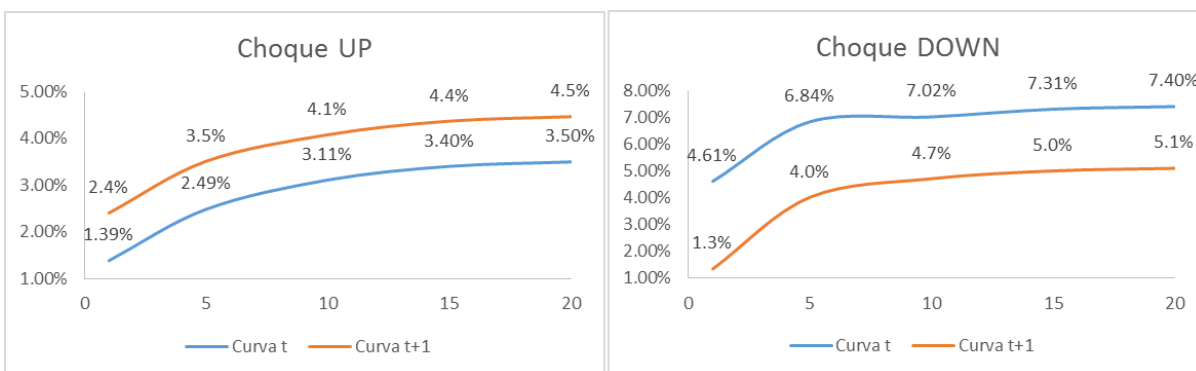
Este riesgo relaciona el descalce que existe entre los activos que se invierten en el mercado y las obligaciones que se adquieren en el sector seguros. Este riesgo es de mayor magnitud para los negocios de seguro, con obligaciones a largo plazo, dado que los títulos que emite el gobierno de Colombia son máximo a 30 años con duraciones promedio aproximadas de 12 años, mientras que los pasivos para las compañías de Vida están asociados con la probabilidad de muerte de las personas y en promedio llegan a ser de una duración aproximada de 16 años.

Dado que la preferencia de un actor racional es calzar sus activos con la moneda en la que opera el pasivo, sólo se chocan las tasas reales libres de riesgo del país donde se opera tanto para los activos como los pasivos. Es decir, se modifican las tasas libre de riesgo del país donde se opera, realizando un choque tanto *Up* como *Down* a la curva cero cupón del país. Para encontrar las tasas de choque que son equivalentes a una modificación inesperada en las condiciones de tasa en la economía colombiana, se realizó lo siguiente: en primer lugar se utilizó como base histórica la información de la curva CEC UVR del proveedor de precios Infovalmer, a esta curva se le calculó la variación anual en cada uno de los principales nodos (1,5,10,15 y 20) para encontrar las variaciones históricas.

A partir de las variaciones históricas se identificaron las curvas que presentaron la mayor variación anual para los tres primeros nodos. Se realizó de esta forma, pues por la naturaleza de la información disponible en la mayoría de los datos de la serie histórica, sólo los tres primeros nodos correspondían a información real y los dos últimos a extrapolaciones de la curva, aplicando el modelo de Nelson y Siegel (Márquez Diez-Canedo, Nogués Nivón, &

Vélez Grajales, 2003). Al evaluar las 17 curvas tanto para variaciones negativas como positivas, que corresponden al 0.5% de los datos de mayor variación, se obtienen los siguientes resultados para los choques *Up* y *Down*:

**Figura 9.** Variación anual curvas UVR *Up-Down*



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Con las curvas anteriores se encuentran entonces los choques sobre las curvas de tasas de interés que se entenderían como posibles en escenarios de estrés, teniendo como resultado los siguientes valores:

**Tabla 6.** Factores de choque *Up* y *Down* dependiendo del plazo del título

t	Solvencia II		Mercado Colombiano	
	UP	Down	UP	Down
1	70%	-75%	80%	-71%
2	70%	-65%	73%	-63%
3	64%	-56%	67%	-56%
4	59%	-50%	60%	-49%
5	55%	-46%	53%	-41%
6	52%	-42%	51%	-40%
7	49%	-39%	48%	-38%
8	47%	-36%	46%	-36%
9	44%	-33%	43%	-35%
10	42%	-31%	40%	-33%
11	39%	-30%	39%	-33%
12	37%	-29%	39%	-32%
13	35%	-28%	38%	-32%
14	34%	-28%	37%	-32%
15	33%	-27%	36%	-32%



16	31%	-28%	36%	-31%
17	30%	-28%	35%	-31%
18	29%	-28%	35%	-31%
19	27%	-29%	35%	-31%
20	26%	-29%	35%	-31%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Para calcular entonces el riesgo de tasa de interés, se valoran los activos a la tasa de mercado (entendiendo que éstos implícitamente tienen tasa libre de riesgo y un *spread* de crédito para títulos que no son libres de riesgo) y los pasivos a la tasa libre de riesgo. Esta valoración se realiza modificando las tasas de descuento con los choques presentados, quedando entonces la definición para el riesgo de tasa de interés de la siguiente manera:

### Ecuación 13

$$R_{Tasa\ de\ interés}: \max \left\{ \begin{matrix} \Delta NAV^0 \\ \Delta NAV | Choque\ UP \\ \Delta NAV | Choque\ DOWN \end{matrix} \right\}$$

*NAV*: Diferencia entre el activo y el pasivo valorado.

$\Delta NAV$ : Cambios entre las diferencias del activo y pasivos valorados con el choque sobre las tasas de interés.

## 5. Conclusiones

De los resultados mostrados en el capítulo anterior, se puede concluir que sólo para algunos riesgos la realidad del entorno colombiano difiere de la realidad del entorno en el que se desenvuelven las compañías del sector asegurador en Europa, donde los factores del riesgo de primas son los que presentan la diferencia más significativa.

Se considera que el marco de solvencia regulatorio europeo es un buen referente para calcular la Solvencia de una compañía colombiana, pero será todavía más preciso hacerlo con los datos propios del mercado colombiano.

Desde el punto de vista de los riesgos de negocio, se evidenció la dificultad en la cultura de reporte del sector asegurador colombiano, una vez se intentó obtener la historia para modelar el riesgo de reservas y el riesgo operativo; por esto para ambos riesgos se plantea seguir utilizando la metodología de Solvencia II. Con respecto al riesgo de primas, se evidencia que los factores de volatilidad para el sector colombiano son inferiores a los factores utilizados en Solvencia II, a excepción del ramo de crédito y caución judicial donde el factor de volatilidad en el mercado colombiano es del 24.68% y bajo solvencia II es del 10%. Adicional a esto, se proponen unos factores de volatilidad a los negocios de vida, ya que Solvencia II al estar concebida para negocios de corto plazo, no los contempla de una manera independiente pero resulta interesante para un negocio de alto crecimiento en Colombia ser analizado por separado.

Otro de los riesgos técnicos contemplados, fue el de longevidad/mortalidad donde las grandes diferencias entre el 20% que es lo que aplica Solvencia II y el 7.42% que es lo que muestran las variaciones de las tablas de mortalidad utilizadas en Colombia, se encuentran explicadas en gran medida por las diferencias entre los descubrimientos científicos que ayudan a la longevidad de las personas en Europa, mientras que en Colombia la aplicación de esta producción científica se presenta con un retraso temporal y por lo tanto la implementación de procedimientos médicos se posterga unos años más en comparación a la implementación inmediata que se hace en Europa. La afirmación anterior se puede soportar bajo la comparación entre las esperanzas de vida de los europeos, donde en promedio son superior a 80 años mientras en Colombia es de 75 años (Central Intelligence Agency, 2016).

En lo referente a los riesgos de mercado, se modelaron todos los riesgos menos el riesgo de crédito, en el que las calificadoras de riesgo son un excelente referente para identificar la probabilidad de *default* de los terceros, con los que una compañía aseguradora colombiana realiza negocios. Por otro lado, se modelaron los riesgos de mercado y de tasa de interés con resultados que difieren de lo propuesto por Solvencia II, debido a las condiciones intrínsecas y particulares de Colombia y se incluyó la modelación del riesgo inflacionario con resultados de variaciones en el percentil 99.5, que llegan a 94.31% debido a su alta volatilidad y que impactan fuertemente el pasivo de largo plazo de las compañías que venden rentas vitalicias y productos de pensiones voluntarias en Colombia.

Con relación al riesgo de inflación y al riesgo inmobiliario, si bien se realizaron aproximaciones para estimar el capital necesario en situaciones de estrés, la información disponible era limitada. Se considera oportuno profundizar en futuros trabajos alrededor de la estimación del capital para estos riesgos, bien sea con información exógena que tenga alta correlación o con la información suficiente cuando se encuentre disponible en el sector financiero.

El mercado colombiano ha venido adoptando buenas prácticas internacionales en la supervisión financiera de las compañías aseguradoras, sin embargo, los esfuerzos en los últimos años se han concentrado en el activo y en un perfeccionamiento en la estimación de las reservas como se hizo con el decreto 2973 de 2013. Por el contrario, las exigencias en fortalecimiento patrimonial se han dejado relegadas y la regulación de solvencia en Colombia no está reflejando la realidad de todos los riesgos a los que se encuentran expuestas las compañías del sector asegurador como se evidencia en este trabajo. Adicional a esto, los riesgos contemplados dentro del cálculo del PA presentan diferencias importantes frente a las condiciones reales de riesgo modeladas en el capítulo de resultados, con la información disponible al 31 de diciembre de 2015. Por lo anterior, este trabajo se constituye como una herramienta valiosa con la cual una compañía en Colombia puede cuantificar sus riesgos, agregarlos aritméticamente y de una manera mucho más precisa obtener el capital que requiere para cumplir con las obligaciones que tiene con sus clientes bajo condiciones de estrés.

Finalmente, en futuros trabajos será interesante incluir un análisis alrededor de la correlación de los riesgos en situaciones extremas. Con la inclusión de estas correlaciones, se evidenciaría el beneficio por diversificación que junto a los riesgos ya modelados arrojaría un cálculo más preciso del nivel patrimonial que requiere una compañía en Colombia para operar dentro de la industria aseguradora bajo estándares internacionales.

## Referencias

- Banco de la República de Colombia (2016, 04 22). *El proceso de toma de decisiones de política monetaria, cambiaria y crediticia del banco de la república*. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/>: <http://www.banrep.gov.co/es/toma-decisiones>
- Carrera, S. (2012). *Riesgo de Contraparte y Operacional*. Madrid: Ministerio de Economía y Competitividad.
- Central Intelligence Agency. (2016, 03 23). *World Factbook*. Retrieved from <https://www.cia.gov>: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
- Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisor (2008). *Quantitative Impact Study 2*. Frankfurt: CEIOPS.
- Cuesta, F. (2011). El riesgo de tipo de interés. Experiencia española y Solvencia II. *Gerencia de Riesgos y Seguros*, 40-45.
- Durán Santomil, P., Otero González, L., Vivel Bua, M., & Fernández López, S. (2012). *Análisis de Riesgo de Tipo Cambio en Solvencia II*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- García Perez, A. (2004). La Teoría del Valor Extremo: Una Aplicación al Sector Asegurador. *Actuarios*, 27-53.
- González, P. A., & Albarrán, I. (2007). *Análisis de Riesgo en Seguros en el Marco de Solvencia II*. Madrid: Fundación Mapfre.
- Mancera, S. (2009). *El nuevo marco regulatorio en México y Solvencia II*. México D.F: Ernst & Young México.
- Márquez Diez-Canedo, J., Nogués Nivón, C., & Vélez Grajales, V. (2003). *Un método eficiente para la simulación de curvas de tasas de interés*. México D.F.: Banco de México.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Colombia (2010). *decreto 2954 de 2010*.
- Rodríguez, J. M., Albarrán, I., & Ariza, F. (2014). *El Riesgo de Longevidad y su Aplicación Práctica a Solvencia II*. Madrid: Fundación Mapfre.
- Superintendencia de Seguros y Valores de Chile. (2015). *Borrador de Metodología para la Determinación del Capital Basado en Riesgo (Tercera Versión)*. Santiago de Chile: SVS.

- Swiss RE. (2015, 01 16). *La Regulación de la Solvencia en Latinoamérica: modernización a diferentes velocidades*. Retrieved from <http://www.swissre.com/>:  
[http://www.swissre.com/latin\\_america/regulacion\\_solvencia\\_america\\_latina\\_evolutionando\\_diferentes\\_velocidades.html](http://www.swissre.com/latin_america/regulacion_solvencia_america_latina_evolutionando_diferentes_velocidades.html)
- Towers Watson. (2015, 12 03). *Principios de Solvencia II, organismos e instituciones*. Retrieved from [www.watsonwyatt.com](http://www.watsonwyatt.com):  
[www.acturios.org/privado/solvencia/principiossolvencia](http://www.acturios.org/privado/solvencia/principiossolvencia)
- UNESPA. Asociación Empresarial del Seguro (2016, 02 22). *Informe del departamento de análisis y estudios. Solvencia II. De un vistazo*. Retrieved from  
<http://www.unespa.com/>: <http://www.unespa.com/frontend/unespa/Solvencia-II--De-Un-Vistazo-vn3324-vst16>
- Vives, X. (2010). *La Crisis Financiera y la Regulación*. Barcelona: IESE Bussines School.
- Watson, Wyatt (2016, 04 12). *Principios de solvencia II, organismos e instituciones*. Retrieved from [www.watsonwyatt.com](http://www.watsonwyatt.com):  
[www.acturios.org/privado/solvencia/principiossolvencia](http://www.acturios.org/privado/solvencia/principiossolvencia)